IGM88RT-206-799-G
CNRC 29724

DETAILED DESCRIPTION OF

THE COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

BY

VLASTIMIR KAPPEL, GEORGES SALLOUM, ALAIN VINET

NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA
INDUSTRIAL MATERIALS RESEARCH INSTITUTE
75, BOUL. DE MORTAGNE
BOUCHERVILLE, QUEBEC
J4B 6Y4

SEPTEMBER 1988

TABLE OF CONTENTS

PAGE

- INTRODUCTION 2

- MATERIALS:
  - CASTDATA - Die casting alloys, thermal liquids 7
  - CASTEEL - Die materials 8

- TOOLS:
  - CASTFEED - Feeding systems 9
  - CASTCOOL - Temperature control 10
  - CASTEJECT - Demoulding systems 12
  - CASTDIE - Die design guide 14

- PROCESS:
  - CASTPROC - Processing parameters - ranges 15
  - CASTCONTROL - Processing defects analysis 16
  - CASTPRESS - Communication with the die casting press 17

- PRODUCT:
  - CASTGUIDE - Product design guide 18
  - CASTSELECT - Material selection 19
  - CASTCLASS - Classification of cast product 20

- ANALYSIS:
  - CASTGRAPH - Modeling of the part and interpretation of the results 22
  - CASTFILL - Filling process simulation 23
  - CASTHERM - Cooling simulation 25
  - CASTRESS - Analysis of mechanical behavior 26
  - CASTFEM - Preparation for modeling by the finite element method and interpretation of results 27

- LIST OF DIE CASTING ALLOYS 28

INTRODUCTION

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

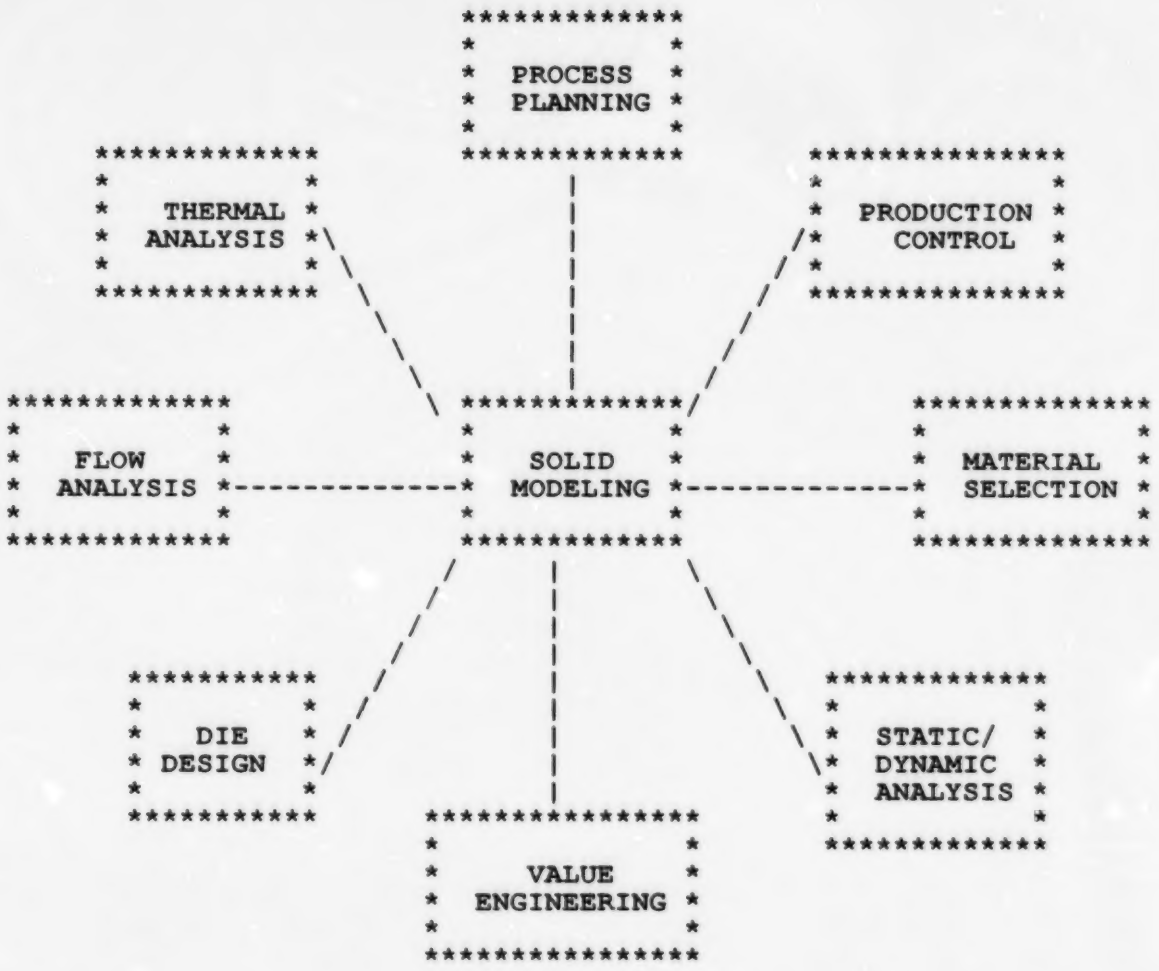
People, equipment and marketing efforts are the traditional forces pushing the development of an enterprise. However, more than ever, the pressure is on to produce new product designs rapidly and making the most appropriate material selection according to the service conditions. Remaining competitive under these pressures requires use of new tools, one of them being the computer aided design and manufacturing (CAD/CAM).

The properly applied CAD/CAM technology offers reduction in costs, increased output and optimized selection of materials, based on prediction of the material behavior during production, as well as during service. The full potential of these techniques can only be reached by integration of all phases of product development and manufacturing within an enterprise. The global solution, which the CAD/CAM technology presents, brings together the expertise starting from product designers through the material and tool suppliers to the production experts.

INTEGRATION MEANS HIGHER PRODUCTION CAPACITY

Complete integration of all functions of an enterprise, from design to manufacturing and planning, is the most difficult stage in introducing a CAD/CAM system. As illustrated in Figure 1, such system is composed of several sub-systems, with software supporting various phases of product development. This technology is what is called a Computer Integrated Materials Processing (CIMP).

This way, the information generated by the design engineering will be automatically available to the production engineers and vice versa. It is here, where one has to overcome many problems, such as for example relating the design rules and principles to the manufacturing principles and restrictions.



Process development of a product using a Computer Integrated Materials Processing

Figure 1

SIMULATION WITHOUT A RISK

The CIMP technology allows us to simulate the complete product development cycle. It begins with a creation of the model of the product on a CAD/CAM system. The system then allows the designer to anlyze the material behavior by simulating all the phases of manufacturing as well as service application of the product. This way, all the technical and economical conditions and requirements for the product, tools and the manufacturing processes can be satisfied. Application of such technology allows to shorten considerably the develpment cycle as compared to the conventional approach. The improvements can be estimated as follows:

- Delivery time: 20 à 50 %
- Tooling costs: 10 à 30 %
- Percentage of scrap: 5 à 10 %
- Design time: 40 à 60 %
- Production cycle: 10 à 30 %

MODULAR SYSTEM PRESENTS A GLOBAL SOLUTION

Planning a development program for a Computer Integrated Materials Processing can be considerd a strategic investment. Such planning implies the definition of process mechanization setups, depending largely on the level of systematization of the information.

An implantation of the CIMP system requires a deep knowledge of the needs of the enterprise and of the available hardware and software. As shown in Figure 2, such modular system for Computer Integrated Die Casting has to be flexible, allowing changes and improvements to its modules, without forgetting their interaction. Keeping pace with changing technology, it can best serve the product and die designers, tool suppliers and die casters covering the complete cycle of the product development.

The principal application and benefits of this technology are:

a) Die casting process simulation, using analysis of filling stage, heat transfer analysis and the analysis of the mechanical behavior of the dies and the product.

b) Optimization of the casting parameters: cycle time, pressures, velocities and temperatures.

c) Minimizing the cycle time and assisting in SPC application to cut production costs.

d) Optimization of the die design, design of feeding system, of heat control system and of ejection system.

e) Assistance in the selection of appropriate materials for the product as well as for die, considering the conditions of application.

f) Assistance in the production of high quality dies, minimizing the risk of die modifications and retooling and shortening die debugging time and set up time.

g) Assistance in the evaluation of possible modifications of alloy selection to meet new product requirements.

h) Product design and its analysis under the service conditions, resulting in higher quality products.

i) Reduce reject rate and percentage of off-specs.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

MATERIALS	TOOLS	PROCESSES	PRODUCTS	ANALYSES
ALLOYS - GENERAL PROPERTIES	FEEDING SYSTEMS	CASTING PARAMETERS	DESIGN GUIDELINES	FILLING/ BALANCING
MATHEMATICAL MODELS	DEMOULDING AND EJECTION SYSTEMS	PROCESSING VARIABLES	DESIGN PROCEDURES	HEAT TRANSFER
COOLING/ HEATING LIQUIDS	HEATING, COOLING AND VENTING SYSTEMS	PROCESSING MACHINERY	MATERIAL SELECTION	STRESSES AND STRAINS
DIE STEELS	DIE SET ASSEMBLY	DIE MACHINING	PRODUCT CLASSIFICATION	PRODUCT/ PROCESS ECONOMICS

Computer Integrated Die Casting System

Figure 2

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Materials Module : CASTDATA Alloys, heat exchange liquids

SPECIFICATIONS

Functions

- Supply the rheological, thermal and mechanical properties of the alloys to the analytical routines.
- Allow a choice of a mathematical equation describing the law governing a specific material property.
- Allow to add other materials or properties according to users requirements.
- Provide displays of available materials and material data.

Description

The data base covers the principal die casting alloys as well as the usual cooling liquides.

The module supplies the system with the material properties either in form of constants or as functions of other parameters. The mathematical models are based on conditions describing the material behavior within the domain of melting, filling, cooling (ex.: density, viscosity, specific heat, thermal conductivity ...) as well as the properties needed for the analysis under the service conditions (elastic modulus, yield stress, ultimate stress ...).

Advantages

- Base for the analysis modules and for the material selection module.
- Considerable increase in productivity due to integration.
- Permits analysis of material properties and behavior.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Materials Module : CASTEEL Die materials

SPECIFICATIONS

Functions

- Help the designer in choosing the best suited die steel.
- Collect all the available material characteristics in one complete and unique data bank.
- Supports the analytical modules.
- Providing displays of available materials and material data.

Description

Consultation of several materials stored allows making a choice according to design constrains and functional requirements.

The files will especially include the following information:
- the type of steel and its composition;
- the typical applications (ex: dies, ejector pins);
- the suitability for heat treatment (through hardening,surface ...);
- the mechanical properties (tensile limit, wear, fatique);
- the thermal properties (conductivity, thermal expansion);
- The machining and grinding characteristics.

A number of modules use this data base:
- Die machining
- Thermal analysis
- Mechanical analysis

Avantages

- Saving time during the die design.
- Serving as a base for the thermal and mechanical analyses.
- Helps in choosing the die material.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Tools
Module : CASTFEED
Feeding systems

SPECIFICATIONS

Functions

- Design of feeding system using a base of primitive forms.
- Use of interactive menus for selection and dimensioning of the primitives.
- Help in the design by tabulations and guides serving in dimensionning of the feeding system with respect to the casting alloys.
- Use of a solid modeling of complete feeding system (including sprue, runners, gates ...)
- Designing the mould plates by creating a negative of the cavity.
- Calculation of volumes, weights and of percentage of remelt with its cost.
- Accelerating the analyses of filling of the cavities and balancing of runners.

Description

Using graphic menus, the designer can design a solid model of all the typical configurations of the feeding system by combining the primitive geometries stored in the data base and providing the values of their principal parameters.

From the solid model it is then possible to generate the geometrical and physical data required in the filling analysis.

Advantages

- Saves time in die design.
- Lowers the risk of design errors.
- Creates a base for the analyses.
- Used for machining (with CNC software).
- Rationalization of the types of configurations (standardization).

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Tools Module : CASTCOOL (page 1/2) Temperature control system

SPECIFICATIONS

Functions

- Design of die cooling system using typical configurations.
- Choice of an optimal configuration with the help of the graphic menus.
- Defining a starting point for the thermal analyses for the optimization of the operating parameters and the quality of the parts.
- Help designer in dimensionning the cooling system elements by tables and guides.
- Create a solid model of the complete cooling system.

Description

Guided by menus, the designer can use many configurations to design the complete cooling system. Following the choice of an element, the system will solicit the required geometrical parameters of the typical elements (see the menu). Modifications can be made interactively, until an optimum solution has been reached.

Menu

1.1 Spiral groove
1.2 Double spiral groove
1.3 Conical spiral groove
1.4 Conical double spiral groove
1.5 Plug baffle
1.6 Internal spiral groove
2.1 Twisted plates
2.2 Flat plates
3.1 Fountain tubes
4.1 Evaporator transfer tubes
5.1 Heat pipe

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Tools Module : CASTCOOL (page 2/2) Temperature control system

SPECIFICATIONS

All the basic configurations can be combined together. Designer can also make use of a guide for dimensionning of lines and for establishing their optimal position with respect to the cavity.

The solid modeling helps in supplying geometrical and physical data (surface for heat transfer, distances, ...) used in the modules such as:
- Heat transfer analysis (optimization of casting conditions).
- Stress analysis (minimum distance from cavity to the line).
- Cost analysis (cycle time, energy requirements).

The solid modeling of the cooling system can also help in identifying potential interferences with other elements, such as the ejection mechanism.

Advantages

- Saves time in die design.
- Lowers the risk of design errors.
- Creates a base for the analyses.
- Used for machining (with CNC software).
- Rationalization of the types of configurations (standardization).

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Tools Module : CASTEJECT (page 1/2) Demoulding systems

SPECIFICATIONS

Functions

- Assist the designer in positionning the parting line.
- Select demoulding and ejection systems, using graphic menus.
- Using solid modeling, design the demoulding and ejection system.
- Determine an optimum number of ejectors.
- Assist in design of details of the ejection mechanism.
- Evaluate the forces during demoulding.

Description

The user can consult a number of selected configurations of parting line for typical geometries. These suggested examples will lead to an optimal choice for the particular application.

Using the interactive menus, the designer can select from the numerous manners of mould ejection systems depending on product class, material, casting press, level of automation and handling for secondary operation and finishing, coating, assembling, etc.

Guided by graphic menus, the designer can choose from many typical configurations to design and analyze a complete ejection system. The graphic menu comprises the following elements:

- Cylindrical, tubular and blade ejectors.
- Stripper plates.
- Valve ejection systems (air).
- Debolting systems.
- Retractable cores.
- Drawers, shells.
- Actuator system (cams, power screws).
- Ejection safety mechanisms.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Tools
Module : CASTEJECT (page 2/2)
Demoulding systems

SPECIFICATIONS

Advantages

- Saves time in ejection system selection and design.
- Lowers the risk of design errors.
- Used for machining (with CNC software).
- Rationalization of the types of ejection systems (standardization).

M E N U :

SYSTEM:	METHOD:	DIE/MOULD ACCESORIES:
Single stage	Push-out	Pin
Two stage	Vacuum	Sleeve
Pick-up	Robot	Plate
Delay	Transfer	Stripper
Accelerate	Air blast	Spring
Handling	Positive return	Core hold
Continuous	Cylinder	Others
Others	Others	

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Tools
Module : CASTDIE
Die design guide

SPECIFICATIONS

Functions

- Design of dies using primitive geometries.
- Use of graphic menus to choose and define the primitives.
- Assist the designer by tables and guides for dimensioning the different die elements.
- Design a solid model of the dies.

Description

The module provides detailed guidance in the die design, using a data base containing practical experience available while working with the graphic menus.

The created solid model is then available for generation of the necessary geometrical and physical data for the die design.

Advantages

- Saves time in the die design.
- Decreases the risks of design error.
- Serves to create a base for analyses.
- Creates a base for machining software (CNC).
- Serves in rationalization of configurations (standardization).

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Process Module : CASTPROC Processing parameters

SPECIFICATIONS

Functions

- Interactive presentation of the recommended ranges of the process parameters.
- Help in choosing practical starting values for the analyses.
- Option of an automatic or manual transfer of the operating parameters to the die casting press.

Description

This data base of die casting processing parameters contains the following information:

- casting parameters (temperatures, velocities, pressures);
- practical values of the clamping forces for different alloys;
- practical values of die temperature for different alloys;
- alloy preparation (furnace temperature, melting time...).

The user receives information on the permissible ranges of each parameter and chooses starting values for the analyses. The system also monitors the analysis and issues warnings when some parameters fall outside the recommended ranges.

Advantages

- Best choice of processing parameters.
- Uniformity and optimization.
- Avoids exceeding the recommended limits during the analyses.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Process Module : CASTCONTROL Processing defects analysis

SPECIFICATIONS

Functions

- Obtain the effects of the process parameters on the casting cycle and product quality in order to optimize the simulation.
- Provide diagnostics of the casting problems (possible causes and suggested solutions in order of priority).

Description

This module assists the user in identifying the problems, inspecting the effects of variations in casting parameters on the quality of the part (porosity, segregations, warping, buckling, flashes...) and in selecting recommended solutions.

Advantages

- Optimization of the part and the process.
- Shortenning the set-up time of the die on the press.
- Lowering the risk of error in applying corrective measures following production diagnostics.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Process Module : CASTPRESS Communication with the die casting press

SPECIFICATIONS

Functions

- Set up optimum operating conditions and tolerances.
- Provide all the necessary parameters on the production machinery to the design and simulation modules.
- Help in choosing practical starting values for the analyses.
- Automatic or manual transfer of the operating parameters to the die casting press.

Description

This data base of parameters for the available die casting presses contains all the information necessary to guide the designer in making the choices of dimensions and other parameters compatible with the available machinery. These include:

- maximum horizontal and vertical clearances,
- maximum clamping forces,
- maximum pressures and pumping capacities,
- maximum pressures.

The system also provides selection of all the machines applicable for a particular combination of operating parameters and can send the optimal set up directly to the press.

Advantages

- Realistic choice of processing parameters.
- Speeds up the design process.
- Avoids exceeding the practical capabilities during the analyses.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Product Module : CASTGUIDE Product design guide

SPECIFICATIONS

Functions

- Assisting in design of a solid model of the product, following the accumulated design rules for die cast parts.
- Guiding the designer in choosing dimensional tolerances.
- Providing information about the maximum casting lengths for the given materials and wall thicknesses.

Description

Generally, some details of the cast part can be represented by simple elements. Their geometry and dimensionning follows specific rules for die cast parts. These design rules are available to the user at any time for consultation in a tabular form. Once the geometry has been chosen and the required dimensional parameters have been entered, the system will complete the construction of such element. This way the designer can design the part element by element, lowering the risks of errors.

Advantages

- Saves design time.
- Lowers the risks of design errors.
- Contributes to uniform design.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Product
Module : CASTSELECT
Material
selection

SPECIFICATIONS

Functions

- Quantitative or qualitative selection of one or more materials based on criteria given by the designer.
- Obtain tabulations of chosen material properties sorted in desired order according to specific properties.
- Make comparative tables of several materials for a specific property.

Description

In the process of automatic material selection, the user enters the specific material requirements and the system scans systematically the data base in order to assemble all the materials within the desired limits. The user can display selected areas of the data base and visualize the material properties.

The designer controls the order of displayed materials, which can be by alphabetic order or by increasing or decreasing order of specific properties.

Advantages

- Saves time in making a selection of a material for a specific application.
- Permits rapid visual presentation of the material properties to allow their comparisson.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Products
Module : CASTCLASS (page 1/2)
Classification of the cast product

SPECIFICATIONS

Functions

- Aid the designer in selecting specific processes, materials, machining and handling systems, depending on product classification.
- Permits use of accumulated experience for product belonging to the same class.
- Guides to the specific material requirements, manufacturing requirements, established standards and procedures for a specific class.

Description

Classification of the products by similarities in form, shape, complexity of mold making, by number of mold movements and angularity as well as by the end use. The examples of classes which can be always extended or made more detailed, depending on users needs, are:

- by general use: automotive, aerospace, hardware, computer, food, communication, decorative, containers, etc.
- by geometry: cylindrical, prismatic, simple, complex, thin walled, with cavities, symmetrical, flat, etc.
- by size: large, medium, small, miniature
- by finishing operations: net shape (no operation), grinding, machining, painting, trimming, dividing, assembling, surface treatment, etc.
- by precision: no requirements, minimal, medium, high, extreme
- by environment: standard, food, corrosive, radioactive, high temperature, low temperature, etc.

Advantages

- Saves time in selecting overall production parameters.
- Helps in product standardization.
- Helps to minimize the design time for parts and tooling.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Expert system : Products
Module : CASTCLASS (page 2/2)
Classification of the cast product

SPECIFICATIONS

M E N U :
****

Container	-->	Round	Deep	
		Square	Shallow	
		Oval	--> Tapered	-->
		Others	Straight	
			W/Int. thread	
			W/Ext. thread	
Connector	-->	Round	Angular axis	
		Square		
		Multibar		
		Minivolt		
		Std. voltage		
		Others		
Automotive Hardware	-->	Button		
		Handle		
		Reflector		
		Accessory		

Design Criteria:

Gate:
- Hot tip
- Fan
- Submarine
- Land
- Others

Ejection:
- Pins
- Sleeves
- Plate
- Stripper
- Others

Slides:
- 2-slides
- 3-slides
- 4-slides
- Others

Cores:
- Pull
- Cylinder
- Cam
- Unwind
- Collapsible
- Others

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module:CASTGRAPH Definition of the geometry and interpretation of the results

SPECIFICATIONS

Functions

- Helping the designer in segmentation of the part geometry developed into a flat pattern.
- Definition of the basic elements of the segmentation (plate, disk, cylinder, trapezoid, elbows).
- Calculation of the volumes of the geometrical elements as well as of the total volume of the part represented by them.
- Automatic creation of the identification codes for the elements and the flow paths.
- Ease of modifications of the geometries or of additions.
- Presention of the results of simulations (pressures, temperatures, velocities, pressure gradients, flow fronts) in a graphic form on the flat pattern.
- Assistance in judging the choices of flow directions and guiding the designer in making a better choice.

Description

Starting from a flat pattern of the part, the system guides the designer through automatic segmentation following the anticipated flow directions. The system evaluates the volumes of the geometrical elements as well as the total volume of the part. The codes of the elements and the flow paths are established. Based on these, the system facilitates any modifications of geometries, or additions of elements or geometries.
Once the results of the analyses have been obtained (in form of tables), the designer can use the graphic facilities of this module to represent directly on the flat pattern of the piece, the variations of pressures, temperatures, velocities, pressure gradients or flow fronts. These results can also be displayed in form of graphs. This facility allows quick judgement of the results of the optimization as well as judgement of the adequacy of the anticipated flow directions. The graphical representation also gives the user a guidance in making a better choice.

Advantages

- Saves time in the segmentation and organization of the geometries.
- Lowers the risks of errors during segmentation of the geometry.
- Creates a base for the analyses.
- Rapid graphic representation of the results of the analyses.
- Facilitates finding potential problems during filling stage.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module : CASTFILL (page 1/2) Filling process simulation

SPECIFICATIONS

Functions

- Simulation of the process and prediction of the state of the alloy along the flow fronts.
- Help in optimization of the processing conditions (pressure, temperature, velocity).
- Assistance in optimization of the wall thicknesses and the overall part geometry to obtain a homogeneus filling.
- Assure that the alloy properties are not degraded due to segregations, porosity etc.
- Help in positionning of gates to facilitate the best possible filling.
- Help in balancing and dimensionning of the feeding channels.

Description

A) Filling stage

Using the geometrical segmentation (plates, disks, cylinders, cones, trapezoids or elbows) of the flat pattern of the part, the program calculates the flow fronts based on relative resistances to the flow of all the flow paths. Following the introduction of the processing parameters (alloy melt temperature, die temperature, filling time or volumetric flow), the program calculates for each flow path:

- velocities in each element
- the pressure drop
- the pressure gradient
- the mean temperatures at the front

The results thus obtained are displayed in form of tables and can be further studied in a graphic form using another module (CASTGRAPH). If desired, the parameters may then be changed to simulate a different situation until the best casting conditions are obtained.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module : CASTFILL (page2/2) Filling process simulation

SPECIFICATIONS

B) Balancing of feeding system

Two different starting assumptions are used to achieve a balanced feeding system, including the runners and gates:

- identical pressure drops in all flow paths
- identical filling time of all flow paths

In the interactive analysis, the user specifies the modifiable dimensions and the system supplies their suggested values for each step of iteration until all flow paths are balanced.

Advantages

- Saving time in debugging the system on the press.
- Minimizing the risks of design errors.
- Optimization of processing parameters to obtain parts with best quality.
- Material savings due to optimized feeding system dimensions.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module : CASTHERM Cooling simulation

SPECIFICATIONS

Functions

- Optimization of the design of the elements of the cooling system (positionning, dimensions, flow) for a minimum cycle time.
- Reduction of temperature variations in the die, to assure a uniform cooling of the product, while optimizing the cycle time.
- Possibility of taking into account of additional heat input (heating system).
- Optimization of the process conditions (volumetric flow, temperature, pressure, velocity) together with optimization the cooling system design.
- Analysis of the effects of thermal gradients in the mould to maximize the die life.

Description

This module allows the designer to predict the minimum cycle time and to design a die cooling system, while also considering the effects on the microstructure of the casting and on the life of the die.

The thermal balance of the complete system (die, casting, surroundings) yields a prediction of the required volumetric flow of the cooling liquid. The diameters of the cooling lines are then adjusted to assure an efficient heat transfer. The basic elements taken into consideration are: elbows, fountains, etc.

The analysis assures a thermal balance of the two parts of the mould (fixed and mobile).

The results of this simulation together with the results of the filling simulation can be used in the evaluation of shrinkage.

Advantages

- Shortens the design time.
- Optimizes the operating conditions of the cooling system.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module : CASTRESS Stress and deflection analysis of dies

SPECIFICATIONS

Functions

- Analysis of the mechanical behavior of dies under the casting loads and during the ejection.
- Calculation of die dimensions from the specified deflections.
- Calculation of the total die deflection using the principles of superposition.
- Calculation of the admissible element deflections from the total die deflection.
- Interactive calculation of the total die deflection from the results of the filling analyses (for the calculated load distribution in the cavity).

Description

This module uses typical configurations to substitute the die elements by simple elements of equivalent rigidity, thus allowing rapid analytical evaluations of the mechanical behavior of the die. The analysis is done by basic formulae for strength and stress in the domain of small elastic deformations.

Advantages

- Verification of the functionning of the die mechanism.
- Rapid verification of the die deflections, in order to avoid mechanical failures or flash formations on parts.
- Optimization of the die dimensions for best functionning and to avoid over-dimensionning.
- Lowers the risks of design errors.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Expert system : Analysis Module : CASTFEM Interface for modeling by finite element method

SPECIFICATIONS

Functions

- Using interactive menus, assist the designer in better application of the finite element method in studying the mechanical behavior of the cast part.
- Optimizatin of the geometry of the product, using commercial finite element programs.
- Keeping track of the interaction between the casting and cooling process and the modeling the product behavior.
- Permitting an nonisotropic analysis by dividing the part into regions with different properties.

Description

The module guides the designer during preparation for the FEM analysis by considering the following:

- casting conditions (pressures, velocities, temperatures);
- positionning of the gates, welding lines, flow orientation etc.;
- conditions of mechanical stressing;
- service conditions (temperatures, corrosive environment).

Advantages

- Permits preparation of more precise model of the product for its analysis by the finite element method.
- Facilitates optimization of the part, taking into consideration the casting process conditions.
- Material savings due to optimization of the product dimensions.

COMPUTER INTEGRATED DIE CASTING SYSTEM

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

LIST OF DIE CASTING ALLOYS

Aluminum alloys:	13
	A13
	380
	A380
	360
	A360
	43
	218
	383
	384
Zinc alloys:	Zamak 3
	Zamak 5
	Zamak 7
	ZA 8
	ZA 12
	ZA 27
Magnesium alloys:	AZ91B
	AZ91D
	AM60A
	AS41A
Copper alloys:	858
	862
	865
	878
	879
Lead alloys:	SAE no. 13
	SAE no. 14
Tin alloys:	SAE no. 10
	SAE no. 11
	SAE no.110

IGM88RT-206-799-G
CNRC 29724

DESCRIPTION DETAILLEE DU SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

PAR

VLASTIMIR KAPPEL, GEORGES SALLOUM, ALAIN VINET

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES CANADA
INSTITUT DE GENIE DES MATERIAUX
75, BOUL. DE MORTAGNE
BOUCHERVILLE, QUEBEC
J4B 6Y4

SEPTEMBRE 1988

TABLE DES MATIERES

PAGE

- INTRODUCTION 2

- MATERIAUX: CASTDATA - Alliages métalliques, fluides thermiques . 7
  CASTEEL - Matériaux de construction des moules 8

- OUTILLAGE: CASTFEED - Systèmes d'alimentation 9
  CASTCOOL - Systèmes de contrôle thermique 10
  CASTEJECT - Systèmes de démoulage 12
  CASTDIE - Guide de conception des moules 14

- PROCEDES: CASTPROC - Plages de paramètres de mise en forme . 15
  CASTCONTROL - Effets des paramètres de moulage 16
  CASTPRESS - Communication avec les presses de moulage 17

- PRODUITS: CASTGUIDE - Guide de conception des pièces 18
  CASTSELECT - Choix des matériaux 19
  CASTCLASS - Classification des pièces 20

- ANALYSE: CASTGRAPH - Modélisation de la pièce et interprétation des résultats 22
  CASTFILL - Simulation du remplissage 23
  CASTHERM - Simulation du refroidissement 25
  CASTRESS - Simulation du comportement mécanique .. 26
  CASTFEM - Préparation pour modélisation par la méthode des éléments finis et interprétation des résultats 27

- LISTE DES ALLIAGES POUR LA MOULAGE SOUS PRESSION 28

INTRODUCTION

UN SYSTEME INTEGRE POUR MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

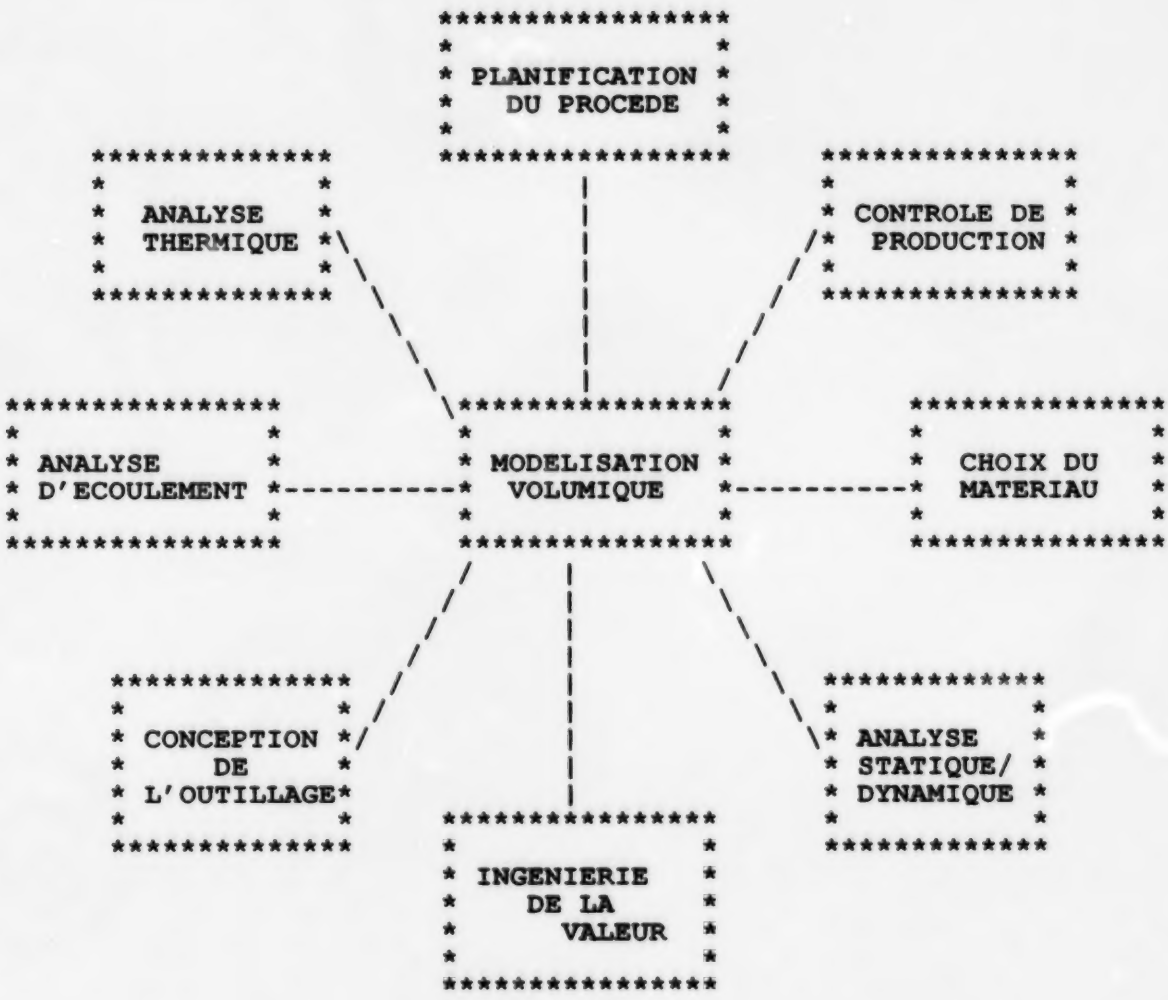
Le personnel, l'équipement et les efforts de commercialisation constituent les leviers traditionnels du développement d'une enterprise. Cependant, la nécessité de concevoir une pièce en fonction des conditions de service du matériau et du procédé de transformation dans des délais minimum impose le recours à un nouveau levier, soit la technologie de conception et fabrication assistées par ordinateur - CFAO.

La CFAO permet de réduire le coût, d'accroître la production, d'optimiser l'usage des matériaux et de prédire leur comportement durant la production et en service. Le potentiel maximum de ces techniques ne peut être réalisé que par l'intégration à l'intérieur de l'enterprise de toutes les phases du développement. La CFAO apporte une solution globale à ce problème, car elle réalise la synthèse de plusieurs fonctions et expertises qui relèvent des concepteurs, des fabricants de moules et des transformateurs.

L'INTEGRATION SIGNIFIE UNE PRODUCTION ACCRUE

L'intégration complète des fonctions d'une enterprise, soit la conception, la fabrication et la planification, constitue l'étape la plus difficile de la CFAO. Tel qu'illustré à la figure 1, le système qui est composé de plusieurs sous-ensembles de logiciels supportent les différentes phases de développements d'un produit, ce qui est appelé la technologie de système intégré pour la mise en forme des matériaux - SIMM.

Dans une telle perspective, l'information accumulée par l'ingénierie de conception sera disponible à l'ingénierie de fabrication et vice versa. C'est dans le couplage des principes de conception et des exigences de la fabrication que la réalisation des concepts sera la plus difficile.



Le processus de développement d'un produit
avec un système de fabrication intégré.

Figure 1

UNE SIMULATION SANS RISQUE

La technologie SIMM a rendu possible la simulation complète du cycle de développement d'un produit. Ceci implique la création du produit sur un système de CFAO. Le concepteur peut ensuite analyser le comportement de son produit pendant toutes les phases de production et dans les conditions en service. Ce processus permet de satisfaire toutes les exigences techniques et économiques du produit, de l'outillage et du procédé de fabrication. Cette technologie permet de diminuer considérablement le cycle de développement des produits par rapport aux méthodes conventionnelles. Les gains envisagés sont les suivants:

- Délai de livraison: 20 à 50 %
- Coût de l'outillage: 10 à 30 %
- Taux de rebut: 5 à 10 %
- Temps de conception: 40 à 60 %
- Cycle de production: 10 à 30 %

UN SYSTEME MODULAIRE ET UNE SOLUTION GLOBALE

La planification d'un programme de développement pour un système de fabrication intégré est un investissement stratégique. Cette planification implique la définition des différentes types de mécanisation au niveau du procédé, lesquels dépendent largement du degré de systématisation de l'information.

L'implantation du système nécessite une connaissance approfondie des besoins de l'entreprise et de la disponibilité sur la marché d'équipements et de logiciels de base. Tel que montré à la figure 2, c'est un système expert modulaire et assez flexible pour accomoder certains des changements ou des nouvelles améliorations. Il assiste donc les concepteurs, les fabricants de moules et les transformateurs dans l'utilisation de cette technologie pour l'ensemble du cycle de développement des produits.

Les applications principales et les avantages de cette technologie sont les suivants:

a) La simulation du procédé de moulage sous pression grâce a l'analyse de remplissage, des échanges thermiques et des sollicitations mécaniques du moule et du produit.

b) L'optimisation des paramètres de moulage: durée du cycle, pressions, vitesses et températures.

c) La minimisation de la durée du cycle et l'assistance dans l'application de contrôle statistique du procédé dans le but de reduire les coûts.

d) L'optimisation de la conception des moules, des systèmes d'alimentation, de contrôle thermique et de démoulage.

e) Le choix des matériaux pour le produit et le moule en fonction de l'application.

f) L'assistance dans la production des moules de qualité supérieure, tout en minimisant des risques de modifications des moules et les delais de livraison.

g) L'assistance dans l'évaluation des possibilitées de modification et du choix de l'alliage pour satisfaire de nouvelles spécifications du produit.

h) La conception des produits et l'analyse de leur comportement en service.

i) La réduction des taux de rebut et le pourcentage des pièces qui ne rencontrent pas les spécifications.

SYSTEME INTEGRE POUR MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

MATERIAUX	OUTILLAGE	PROCEDES	PRODUITS	ANALYSE
ALLIAGES PROPRIETES GENERALES	SYSTEMES D'ALIMENTATION	PARAMETRES DE MOULAGE	GUIDE DE CONCEPTION	REMPLISSAGE/ EQUILIBRAGE
MODELES MATHEMATIQUES	SYSTEMES DE DEMOULAGE ET D'EJECTION	EFFETS DES PARAMETRES DE MOULAGE	PROCEDURES DE CONCEPTION	ECHANGES THERMIQUES
FLUIDES THERMIQUES	SYSTEMES DE CONTROLE THERMIQUE	MACHINES DE MISE EN FORME	CHOIX DES MATERIAUX	CONTRAINTES ET DEFORMATIONS
MATERIAUX DE CONSTRUCTION DU MOULE	ELEMENTS DU MOULE	USINAGE DU MOULE	CLASSIFICATION DES PRODUITS	ECONOMIQUE / PRODUIT /PRODUCTION

Système intégré pour la moulage sous pression des alliages métalliques.

Figure 2

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Matériaux Module : CASTDATA Alliages, fluides thermiques

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Fournir les propriétés rhéologiques, thermiques et mécaniques des matériaux aux programmes d'analyse.
- Choix de l'équation mathématique régissant la loi de comportement d'une propriété du matériau.
- Possibilité d'ajouter d'autres matériaux spécifiques aux besoins de la compagnie.
- Montrer les matériaux disponibles et leurs propriétés sur l'écran.

Description

Cette base de données couvre les principaux alliages du moulage sous pression, ainsi que les fluides thermiques.

Ce module soutient les différentes propriétés des matériaux. Ces propriétés sont présentées sous forme de constantes ou du fonctions variables. Ceci comprend des modèles mathématiques, représentant le comportement de certaines propriétés pendant le remplissage et le refroidissement (densité, viscosité, chaleur spécifique, conductivité thermique ...).

D'autres propriétés servant au calcul du comportement mécanique de la pièce en service sont aussi modélisées (module d'élasticité, limite élastique, limite ultime, ...).

Avantages

- Base pour les programmes d'analyse et pour le choix des matériaux.
- Augmentation considérable de la productivité grâce à l'intégration.
- Analyse des propriétés et du comportement des matériaux.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Matériaux
Module : CASTEEL
Matériaux de construction pour moules

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Aider le concepteur à choisir le matériau le mieux adapté pour la construction des éléments du moule.
- Rassembler dans une banque complète et unique toutes les caractéristiques disponibles pour chaque matériau.
- Supporter d'autres modules d'analyse.
- Montrer sur l'écran les matériaux disponibles et leur propriétés.

Description

La consultation des différentes fiches d'identité des matériaux facilitera le choix en fonction des différentes contraintes et impératifs fonctionnels.

Ces fichiers font notamment apparaître:
- le type d'acier et sa composition;
- les applications typiques (ex: moules, éjecteurs);
- l'aptitude au traitements thermiques (à coeur, de surface)
- les propriétés mécaniques (résistance à la rupture, usure, fatique);
- les propriétés thermiques (conductivité, expansion thermique);
- les aptitudes à l'usinage, au polissage.

Un certain nombre de modules utilisent cette banque de donnée:
- Usinage du moule
- Analyse thermique
- Analyse mécanique

Avantages

- Gain de temps dans la conception du moule.
- Base pour les programmes d'analyse thermique et mécanique.
- Aide pour le choix des matériaux de construction pour les éléments du moule.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Outillage
Module : CASTFEED
Systèmes d'alimentation

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Concevoir le système d'alimentation à partir de configurations primitives.
- Choisir les configurations primitives à l'aide d'un menu graphique interactif.
- Aider à la conception par consultation des tableaux et des guides servant au dimensionnement du système d'alimentation en fonction des matériaux à mouler.
- Construire en 3D un système d'alimentation complet incluant tous les éléments (carotte, canaux, seuil)
- Obtenir le négatif dans la plaque
- Calculer les propriétés massiques, poids à recycler et le coût.
- Accelérer l'analyse d'écoulement et l'équilibrage des canaux d'alimentation.

Description

Ce module permet à l'utilisateur de construire, à partir d'un menu, toute configuration possible d'un système d'alimentation du moule en combinant les primitives de base.

La visualisation en 3D volumique permet d'obtenir des donées géométriques et physiques utilisables pour l'analyse de l'écoulement.

Avantages

- Gain de temps dans la conception du moule.
- Diminue les risques d'erreur de conception.
- Base pour les programmes d'analyse.
- Utilisation en vue de l'usinage (avec logiciel CNC).
- Rationalisation des types de configurations au sein d'un bureau d'étude (standardisation).

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Outillage Module :CASTCOOL (page 1/2) Systèmes de contrôle thermique

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Concevoir le système de contrôle thermique du moule à partir de configurations types.
- Choisir la configuration optimale à l'aide d'un menu graphique interactif.
- Préparer le design de base pour les analyses thermiques en vue d'optimiser les conditions d'opération et la qualité des pièces.
- Aider à la conception par des tableaux et guides servant au dimensionnement des éléments de refroidissement.
- Concevoir en 3D le circuit complet adapté à une application spécifique.

Description

Ce module permet à l'utilisateur de concevoir, à partir d'un menu, toute configuration d'une système de contrôle thermique. En fonction du choix effectué parmi les options composant le menu (voir le tableau) le système demande d'entrer les valeurs géométriques nécessaires à la construction.

Menu

1.1 Noyau cylindrique à spirale simple.
1.2 Noyau cylindrique à spirale double.
1.3 Noyau conique à spirale simple.
1.4 Noyau conique à spirale double.
1.5 Noyau à gorge annulaire.
1.6 Noyau à spirale interne scellée.
2.1 Puits avec tôle torsadée.
2.2 Puits avec tôle plate.
3.1 Puits avec tube fontaine.
4.1 Tube transfer de chaleur avec évaporateur.
5.1 Coleduc ("heat pipe").

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Outillage Module :CASTCOOL (page 2/2) Systèmes de contrôle thermique

SPECIFICATIONS

Toutes les configurations de base peuvent être combinées l'une à l'autre. Le dessinateur peut faire appel à un guide supplémentaire en vue de dimensionner la section du canal et la position optimale de celui-ci par rapport à la cavité.

La construction en 3D permet d'obtenir des informations géométriques et physiques (surfaces d'échange thermique, distances ...) utilisables pour des modules tels que:
- Analyse de transfert thermique (optimisation de conditions de moulage)
- Analyse des contraintes (distance minimal canal/empreinte).
- analyse des coûts (temps de cycle, bilan énergétique).

La représentation volumique du système de contrôle thermique permet de déceler d'éventuelles interférences avec d'autres éléments connus comme les systèmes d'éjection.

Avantages

- Gain de temps dans la conception du moule.
- Diminue les risques d'erreur de conception.
- Base pour les programmes d'analyse.
- Utilisation en vue de l'usinage (avec logiciel CNC).
- Rationalisation des types de configurations au sein d'un bureau d'étude (standardisation).

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Outillage Module : CASTEJECT (page 1/2) Systèmes de démoulage

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Aider le concepteur à choisir la position et le type de plan de joint.
- Choisir parmi un menu graphique le système de démoulage et d'éjection.
- Concevoir en 3D le système de démoulage et d'éjection.
- Déterminer le nombre optimal d'éjecteurs.
- Assister à la conception des détails du mécanisme d'éjection.
- Evaluer des efforts lors du démoulage.

Description

L'utilisateur peut consulter de nombreux exemples de configurations de plan de joint établies pour différentes géométries types. Ces suggestions possibles permettront un choix optimal pour l'application considérée.

Le module permet aussi de concevoir un système de démoulage et d'éjection à partir d'une configuration type que le dessinateur a choisi selon la classe du produit, type de matériaux, la presse de moulage, niveau d'automatisation et manutention pour les opérations secondaires de finition, placage, assemblage, etc.

Assisté par les menus graphiques, le concepteur peut choisir des configurations type pour la conception et les analyses du système au complet. Le menu graphique comporte les éléments suivants:

- Ejecteurs cylindriques, tubulaires, à lame.
- Plaque dévêtisseuse.
- Système d'éjecteur soupape (à l'air).
- Système de devissage.
- Noyaux rétractables.
- Tiroirs, coquilles.
- Systèmes actuateurs (cames, vis à pas rapide).
- Mécanismes de sécurité pour l'éjection.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Outillage
Module : CASTEJECT (page 2/2)
Systèmes de démoulage

SPECIFICATIONS

Avantages

- Gain de temps considérable dans le choix et la conception.
- Diminue les risques d'erreur de conception.
- Examen rapide d'un grand nombre de solutions.
- Utilisation en vue de l'usinage (avec logiciel CNC).
- Standardisation de certains systèmes de démoulage pour des pièces similaires.

M E N U :

SYSTEME: ---------->	METHODE: ---------->	ACCESOIRES DU MOULE:
A un pas	"Push-out"	Cheville
A deux pas	A vide	Manchon
"Pick-up"	Robot	Plaque
Délai	Transfért	"Stripper"
Accelération	"Air blast"	Ressort
Manutantion	Retour positif	"Core hold"
Continu	Cylindre	Autres
Autres	Autres	

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Outillage Module : CASTDIE Guide de conception de moules

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Concevoir le moule à partir de configurations primitives.
- Choisir les configurations primitives à l'aide d'un menu graphique interactif.
- Aider à la conception par consultation des tableaux et des guides servant au dimensionnement des différents éléments des moules.
- Concevoir le moule en 3D

Description

Ce module permet à l'utilisateur de concevoir, à partir d'un menu, le moule en combinant les primitives de base.

La visualisation en 3D volumique permet d'obtenir des donées géométriques et physiques utilisables pour la conception du moule.

Avantages

- Gain de temps dans la conception du moule.
- Diminue les risques d'erreur de conception.
- Base pour les programmes d'analyse.
- Utilisation en vue de l'usinage (avec logiciel CNC).
- Rationalisation des types de configurations au sein d'un bureau d'étude (standardisation).

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Procédés Module : CASTPROC Paramètres de mise en forme

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Obtenir interactivement les plages d'ajustement des paramètres de moulage.
- Choisir les valeurs initiales pratiques pour les programmes d'analyse.
- Transférer automatiquement ou manuellement les conditions d'opération à la presse de moulage.

Description

Cette base de données contient l'information nécessaire à la mise en forme des alliages métalliques telle que:

- paramètres de moulage (température, vitesses, pressions);
- force de fermeture pratique pour différentes matériaux;
- température pratique du moule pour différentes matériaux;
- préparation des alliages (température, temps de chauffage...)

L'utilisateur pourra obtenir les plages d'ajustement pour chaque paramètre de moulage et choisir les valeurs de départ qu'il entrera par la suite dans les programmes d'analyse. Le système peut aussi vérifier la validité des résultats d'analyses et signaler si certains paramètres dépassent les plages recommandées.

Avantages

- Un meilleur choix des paramètres de mise en forme.
- Uniformité et optimisation.
- Eviter de dépasser les plages recommendées pendant les analyses.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Procédés Module : CASTCONTROL Effets des paramètres de moulage

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Obtenir les effets des paramètres sur le cycle de moulage et sur la qualité de la pièce en vue de l'optimiser pendant la simulation.
- Optimiser les diagnostiques des problèmes de moulage (causes possibles et solutions suggérées par ordre de priorité).

Description

Ce module permet à l'utilisateur d'identifier le problème, l'effet des variations des paramètres de moulage sur la qualité de la pièce (porosité, ségrégations, gauchissement, flambage,bavures...) et les solutions recommendés.

Avantages

- Optimisation de la pièce et du procédé.
- Gain du temps dans la mise au point d'un moule sur une presse de moulage.
- Diminution du risque d'erreur dans l'application des mesures correctives lors du diagnostic de production.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Procédés Module : CASTPRESS Communication avec les presses de moulage

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Etablir les paramètres de mise en forme optimum et les tolerances optimum.
- Fournir tous les paramètres requis sur l'équippement de production aux modules de conception et de simulation.
- Choisir les valeurs initiales des paramètres pour les analyses.
- Transferer automatiquement ou manuellement des paramètres d'opération aux presses de moulage sous pression.

Description

Cette base de données des paramètres des presses disponibles contient tout les informations nécessaire pour guider le concepteur dans les choix des paramètres dimensionneles et autres, en vue de compatibilité avec les presses. On trouve ici:

- les ouvertures maximum horizontales et verticales,
- les limites des forces de fermeture,
- les pression hydrauliques maximum et les capacités de pompage,
- les limites de pression sur les plaques.

Le système peut aussi fournir le choix des presses applicable pour une combinaison particulière des paramètres d'opération. La combinaison des paramètres optimum pour une presse choisi peut être envoyé directement.

Avantages

- Choix des paramètre réaliste.
- Accelération de la conception.
- Eviter de dépasser les capacitées pratiques pendant les analyses.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Produits Module : CASTGUIDE Guide de conceptiom de produits

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Assister la conception d'une pièce en 3D à l'aide d'éléments types, en tenant compte des règles de conception spécifiques aux pièces moulées sous pression.
- Guider le dessinateur dans le choix des tolérances dimensionnelles.
- Renseigner sur les longueurs d'écoulement maximum en fonction de la matière choisi et de l'épaisseur de paroi.

Description

Généralement, certaines parties d'une pièce coulée sous pression peuvent être décomposées en éléments simples. La géométrie et le dimensionnement de ces éléments, obéissent à des règles spécifiques aux piéces moulées sous pression. Ces règles de conception et de dimensionnement sont disponibles à tout instant par simple consultation de tableaux indicatifs. Une fois que les paramètres dimensionnels de l'élément de base sont entrés, l'ordinateur complète la construction de cet élément.
Le dessinateur peut ainsi, élément par élément, concevoir, à l'aide d'un menu, une pièce en diminuant les risques d'erreurs.

Avantages

- Gain de temps de conception.
- Diminution du risque d'erreurs lors de la conception.
- Uniformité de la conception, basée sur l'expérience accumulée.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Produits Module : CASTSELECT Choix des matériaux

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Choix quantitatif ou qualitatif d'un ou de plusieurs matériaux à partir de certains critères fixés par le concepteur.
- Obtenir un tableau de propriétés dans lequel les matériaux apparaissent par ordre croissant ou décroissant par rapport à une propriété spécifique.
- Dresser un tableau comparatif de quelques matériaux pour une propriété en particulier.

Description

Dans le processus du choix automatique, l'utilisateur entre les critères sous forme de codes, puis le système parcourt de façon systématique la base de données pour chercher les matériaux respectant tous les critères spécifiés. L'utilisateur peut afficher le contenu de la base de données et visualise les propriétés des matériaux.

Le concepteur indique au système dans quel ordre les matériaux ou leur propriétés doivent apparaître sur l'écran: par ordre alphabétique, par ordre croissant ou décroissant d'une propriété.

Avantages

- Gain de temps lors du choix d'un matériau pour une application donnée.
- Présentation rapide des propriétés pour la comparaison de différents matériaux.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Produits
Module : CASTCLASS (page 1/2)
Classification
des pièces

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Aider au concepteur dans le choix des procedés spécifiques, dans le choix des matériaux et des systèmes de manipulation selon la classification du produit.
- Permmetre l'application des expériences accummulées pour des produits de la même classe.
- Guider le concepteur quand aux exigeances spécifiques des matériaux, et aux normes et procédures établies pour une classe spécifique.

Description

Classification des produits selon les similarités de forme, complexité de fabrication du moule, le nombre de mouvements du moule et l'angularité ainsi que par l'utilisation du produit. La classification peut être toujours élargie ou faite plus détaillée. Les exemples des classes sont les suivant:

- par l'utilisation général: automobile, aérospacial, quincaillerie, ordinateurs, aliments, communication, récipients, etc.
- par géométrie: cylindrique, prismatique, simple, complexe, parois mince, avec des cavitées, symétrique, plat, etc.
- par grandeur: grand, moyen, petit, miniature
- par des opérations de finition: forme final (pas d'opérations), meulage, usinage, peinture, ébavurage, coupage,assemblage, traitement de surface, etc.
- par précision: pas d'exigence, minimum, moyen, haut, extrême
- par environnement: standard, aliment, corrosif, radioactif, haute température, base température, etc.

Avantages

- Gain de temps dans le choix des paramètres de production globals.
- Rationalisation des types des produits.
- Aide a minimiser le temps de conception des pièces et de leur outillage..

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Produits
Module : CASTCLASS (page 2/2)
Classification
des pièces

SPECIFICATIONS

M E N U :
****

Critères de conception:

Récipient -----> Ronde
Carré
Ovale -->
Autres

Profond
Peu profond
Conique -->
Droite
Avec filet int.
Avec filet ext.

Connecteur -----> Ronde
Carré
Multibarre
Minivolt
Voltage stand.
Autres

Axe angulaire

Quincaillerie --> Bouton
Automotive Poignée
Réflecteur
Accessoir

Seuil:
- Pointe chaude
- Eventail
- Soumarine
- Plateau
- Autres

Ejection:
- Goupilles
- Manchons
- Plaque
- Stripper
- Autres

Glissoirs:
- 2-glissoirs
- 3-glissoirs
- 4-glissoirs
- Autres

Noyaux:
- A traction
- Cylindre
- Came
- Rotatif
- Pliant
- Autres

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Analyse Module : CASTGRAPH Modélisation de la pièce et l'interprétation des résultats

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Aider le concepteur dans la segmentation de la géométrie développée de la pièce.
- Definir les éléments de base constitutifs (plaque, disque, cylindre, cone, trapezoide, coude cylindrique, coude plat).
- Calculer les volumes des éléments géométriques et le volume total.
- Créer des codes d'identification des éléments et des chemins d'écoulements.
- Permettre des modifications des géométries ou des ajouts.
- Présenter les résultats des simulations (pressions, températures, vitesses, gradients de pression, fronts d'écoulement) dans une forme graphique sur les géométries développées.
- Permettre le jugement sur le choix des directions d'écoulement et guider le concepteur dans les choix amméliorés.

Description

A partir du développement de la pièce le système guide le concepteur dans la segmentation automatique selon les directions d'écoulement prévues. Le système calcule les volumes des éléments géométriques ainsi que le volume total de la pièce. Des codes d'identification des éléments et des chemins d'écoulements sont crées. Des modifications des géométries ou des ajouts des éléments ou des pistes sont facilités.
Une fois les résultats obtenus (sous la forme des tableaux) l'usager peut utiliser les facilitées graphiques pour présenter les pressions, les températures, les vitesses, les gradients de pression, ou les fronts d'écoulement dans une forme graphique sur les géométries développées, ou sous la forme de courbes. Ceci permetra juger le choix des directions d'écoulement et de guider le concepteur dans les choix amméliorées.

Avantages

- Gain de temps dans la segmentation et organisation de la géométrie.
- Diminution du risque d'erreurs lors de la segmentation de la géométrie.
- Base pour les programmes d'analyse.
- Présentation rapide des résultats sous forme graphique.
- Facilité de découvrir des problémes potentiels lors du remplissage.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Analyse Module : CASTFILL (page 1/2) Simulation de remplissage

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Prévoir et simuler l'état de la matière le long du fronts d'écoulement.
- Aider à optimiser les conditions d'opération (pression, température, vitesse).
- Permetre l'optimisation des épaisseurs et de la géométrie des pièces pour obtenir un remplissage homogène.
- S'assurer que les propriétés des alliages ne soient pas dégradées à cause des ségrégations, porosité etc.
- Aider au positionnement des seuils d'injection pour favoriser un bon remplissage de la pièce.
- Aider à l'équilibrage et au dimensionnement des canaux d'alimentation.

Description

A) Remplissage de la pièce

A partir du développement de la pièce de sa segmentation en éléments de base (plaque,disque,cylindre,cone,trapezoid ou coudes), le programme calcule les fronts d'écoulement basée sur les resistances relatives dans toutes les chemins d'écoulement. Suite à l'introduction des données opératoires (températures de l'alliage et du moule, temps de remplissage ou débit volumétrique), le programme calcule, pour chaque chemin d'écoulement:

- les vitesses dans les éléments
- les pertes de charges (pressions)
- les gradients de pression
- les températures moyennes du front de la matière

Une fois les résultats obtenus, sous forme de tableaux, l'opérateur peut les étudier sous formes graphiques, et changer les paramètres pour une nouvelle simulation.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Analyse
Module : CASTFILL (page2/2)
Simulation de remplissage

SPECIFICATIONS

B) Equilibrage des canaux d'alimentation

Ce programme d'analyse permet également d'équilibrer les canaux et les seuils d'alimentation à partir du choix des deux hypothèses suivantes:

- pertes de charge identiques
- temps de remplissage identiques

Pendant l'analyse interactive, le concepteur va spécifier les dimensions modifiables et le système va fournir les valeurs suggérées pour chaque pas d'itération jusqu l'équilibrage des tous les chemins d'écoulement.

Avantages

- Economie de temps lors de la mise au point du moule.
- Minimiser les risques d'erreurs de conception.
- Optimisation des paramètres opératoires pour obtenir de pièces de meilleure qualité.
- Gain de matériau grâce aux dimensions optimisées des canaux.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Analyse
Module : CASTHERM
Simulation de refroidissement

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Optimiser la conception des éléments du système de refroidissement pour un temps de cycle minimum (position, dimension, débit).
- Réduire les variations de température dans le moule pour assurer un refroidissement uniforme de pièces moulées, tout en optimisant le cycle de moulage.
- Possibilité de considérer un flux additionnel de chaleur (canaux chauds).
- Optimiser les conditions d'opération (débit, température, pression, vitesse) pour un meilleur choix des équipements de contrôle thermique.
- Analyser les effets sur la matière du moule pour en obtenir une meilleur vie.

Description

Ce module permet à l'utilisateur de prévoir le temps de cycle minimum et de concevoir le système de contrôle thermique d'un moule en tenant compte des effets sur la microstructure de la pièce et la vie du moule.

Un bilan thermique du système (moule, pièce, environnement) permet de prédire le débit du fluide, le diamètre des canaux est ensuite ajusté pour assurer un transfert de chaleur efficace. Les éléments pris en considération comprenent: coudes, raccords, plaques d'isolation et la géométrie des circuits.

Les calculs assurent l'équilibrage thermique des deux parties du moule (fixe et mobile).

Les résultats de cette analyse combinés à ceux de la simulation du remplissage vont servir de base à l'évaluation du retrait au moulage.

Avantages

- Gain de temps de conception.
- Optimisation des conditions d'opération du système de contrôle thermique.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

Système expert : Analyse
Module : CASTRESS
Simulation de comportement mécanique

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Analyser le comportement mécanique sous l'effet des charges pendant le moulage ou l'éjection.
- Calculer les dimensions du moule à partir de flèches pré-déterminées.
- Calculer la flèche totale d'un moule en adoptant le principe de la superposition des différents éléments de moule.
- Calculer la flèche admissible pour un élément à partir de la flèche totale du moule.
- Calculer de manière interactive la flèche totale du moule à partir des résultats fournis par les analyses de l'écoulement (distribution des charges dans l'empreinte).

Description

Ce module permet la substitution des configurations typiques des moules, par des éléments de rigidité équivalente, permetant des analyses rapides du comportement mécanique. L'analyse est faite à partir des équations de base de résistance des matériaux limités aux petites déformations dans le domaine élastique.

Avantages

- Vérification du fonctionnement mécanique du moule.
- Vérification rapide de la fléche d'un moule afin d'éviter des bris mécaniques ou des bavures sur la pièce moulée.
- Optimisation des dimensions des éléments du moule pour un meilleur fonctionnement et pour éviter le surdimensionnement.
- Diminue les risques d'erreur de conception.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute Institut de génie des matériaux	Système expert : Analyse Module : CASTFEM Interface de modélisation par la methode FEM

SPECIFICATIONS

Possibilités

- Assister le concepteur à l'aide de menus intéractifs, à appliquer la méthode des éléments finis dans l'étude du comportement mécanique de la pièce.
- Optimiser la géométrie des pièces en utilisant les programmes commerciaux d'éléments finis.
- Evaluer l'intéraction des effets du procédé de moulage et refroidissement sur la modélisation du comportement du produit.
- Permetre une analyse anisotropique en divisant la pièce en regions d'intéret avec des propriétés différentes.

Description

Ce programme guide le concepteur pendant la préparation de la pièce pour l'analyse en tenant compte des points suivants:

- conditions de moulage (pressions, vitesses, températures);
- positionnement des seuils, lignes de soudure, orientation d'écoulement etc.;
- conditions de sollicitations mécaniques;
- conditions en service (températures, environnement corrossif)

Avantages

- Permet de préparer un modèle plus précis pour l'analyse de pièces en alliages métalliques par la méthode des éléments finis.
- Facilite l'optimisation de la pièce en tenant compte de son mode de fabrication.
- Gain de matériau grâce aux dimensions optimisées de la pièce.

SYSTEME INTEGRE DE MOULAGE SOUS PRESSION DES ALLIAGES METALLIQUES

Industrial Materials Research Institute
Institut de génie des matériaux

LISTE DES ALLIAGES METALLIQUES UTILISES POUR LA MOULAGE SOUS PRESSION

Alliages d'aluminium:	13
	A13
	380
	A380
	360
	A360
	43
	218
	383
	384
Alliages de zinc:	Zamak 3
	Zamak 5
	Zamak 7
	ZA 8
	ZA 12
	ZA 27
Alliages de magnesium:	AZ91B
	AZ91D
	AM60A
	AS41A
Alliages de cuivre:	858
	862
	865
	878
	879
Alliages de plomb:	SAE no.13
	SAE no.14
Alliages d'étain:	SAE no. 10
	SAE no. 11
	SAE no.110